

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-330572

(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl.

H01L 29/744

H01L 29/74

H01L 21/332

(21)Application number : 07-133919

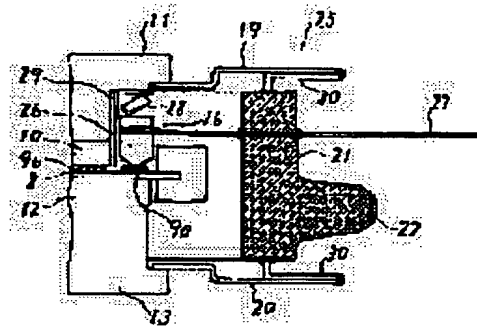
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 31.05.1995

(72)Inventor : TAGUCHI KAZUNORI  
KONISHI YUZURU**(54) COMPRESSION-BONDED SEMICONDUCTOR ELEMENT, ITS MANUFACTURE, AND COMPRESSION-BONDED SEMICONDUCTOR DEVICE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent permanent thermal breakdown by forming a ring gate terminal which protrudes from the side of an insulating cylinder and consists of a ring plate hermetically fixed to the insulating cylinder, the inner peripheral plane of which plate is arranged to be able to slide on a ring gate electrode.

**CONSTITUTION:** An insulating cylinder 21 which is divided into an upper part and a lower part and has a protruding part 22 is so hermetically fixed to a divided part that the outer periphery of a ring gate terminal 27 protrudes outward from the side of the insulating cylinder 21. A gate current is applied from the outer periphery of the ring gate terminal 27 protruding from the side of the insulating cylinder 21, and isotropically supplied to a semiconductor substrate 8, so that permanent thermal breakdown is not generated. The inner peripheral plane of the ring gate terminal 27 constituted of a ring plate is arranged to be able to slide on a ring gate electrode 26. Thereby the mechanical stress applied to the ring gate electrode 26 which is caused by the thermal expansion of the ring gate terminal 27 is decreased, and local wear of a gate electrode 9a can be prevented.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 30.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3291977

[Date of registration] 29.03.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998.2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-330572

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 29/744

29/74

21/332

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 29/74

技術表示箇所

C

J

L

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-133919

(22) 出願日 平成7年(1995)5月31日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 田口 和則

福岡市西区今宿東一丁目1番地1号 三菱

電機株式会社福岡製作所内

(72) 発明者 小西 譲

福岡市西区今宿東一丁目1番地1号 三菱

電機株式会社福岡製作所内

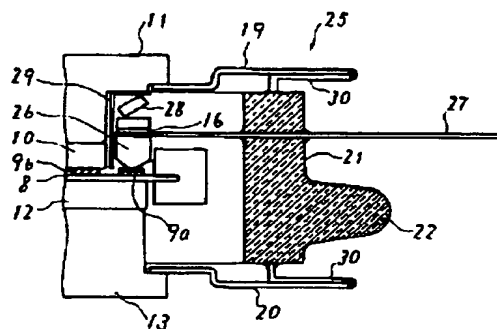
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54) 【発明の名称】 圧接型半導体素子及びその製造方法並びに圧接型半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体基板へ供給されるゲート電流の電流集中による永久熱破壊を防止するとともに、発熱にともなって発生する機械的ストレスによるゲート電極の局部的摩耗及び絶縁シートの摩耗あるいは亀裂によるリングゲート電極とカソードポスト電極との短絡を防止することができる圧接型半導体素子及びその製造方法を提供し、さらに、この圧接型半導体素子にゲートドライブ装置を含めたシステムとしての圧接型半導体装置を小形化し効率向上を図る。

【構成】 本発明の圧接型半導体素子25は、絶縁筒21の側方から突出した環状の金属板からなるリング状ゲート端子27の内周平面を、半導体基板8に形成したゲート電極9aに接する環状のリングゲート電極26と摺接可能に配設し、弾性体28によってリング状ゲート端子27を介してリングゲート電極26をゲート電極9aに押圧する。



8: 半導体基板

9a: ゲート電極

9b: カソード電極

10: カソード歪緩衝板

11: カソードポスト電極

12: アノード歪緩衝板

13: アノードポスト電極

19: 第1のフランジ

20: 第2のフランジ

21: 絶縁筒

22: 突起部

25: 圧接型半導体素子

26: リングゲート電極

27: リング状ゲート端子

28: 弾性体

29: 絶縁部

30: 端部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面の外周部にゲート電極が形成され、このゲート電極の内側にカソード電極が形成されるとともに、裏面にアノード電極が形成された円板状の半導体基板、

上記カソード電極にカソード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第1のフランジを有するカソードポスト電極、

上記アノード電極にアノード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第2のフランジを有するアノードポスト電極、

上記半導体基板、カソード歪緩衝板及びアノード歪緩衝板を内包し、上記第1のフランジ及び上記第2のフランジとその各端部が気密に固着された絶縁筒、

上記ゲート電極に接する環状のリングゲート電極、

上記絶縁筒の側方から突出するとともに上記絶縁筒に気密に固着された環状板からなり、その内周平面が上記リングゲート電極と摺動可能に配設されたリング状ゲート端子、

このリング状ゲート端子を介して上記リングゲート電極を上記ゲート電極に押圧する弾性体、

上記リング状ゲート端子及びリングゲート電極と上記カソードポスト電極とを電気的に絶縁する絶縁体を備えたことを特徴とする圧接型半導体素子。

【請求項2】 リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において曲がり部を備えたことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項3】 リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において少なくとも1つ以上の貫通穴を備えたことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項4】 リング状ゲート端子は、絶縁筒の外側において曲がり部を備えたことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項5】 リング状ゲート端子の内周端はリングゲート電極の内周端より外側に配置したことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項6】 弾性体の作用点を、リング状ゲート端子とリングゲート電極とが重なり合う領域内に配置したことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項7】 リング状ゲート端子は、絶縁筒の内外において、異なる厚さあるいは材質の材料からなることを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項8】 リング状ゲート端子と摺接するリングゲート電極の面に軟金属の被覆をしたことを特徴とする請求項1記載の圧接型半導体素子。

【請求項9】 軟金属の被覆が、金または銀のめっきからなることを特徴とする請求項9記載の圧接型半導体素子。

【請求項10】 リング状ゲート端子の内周に、直径方向の複数のスリットを設けたことを特徴とする請求項1

記載の圧接型半導体素子。

【請求項11】 表面の外周部にゲート電極が形成され、このゲート電極の内側にカソード電極が形成されるとともに、裏面にアノード電極が形成された円板状の半導体基板と、上記カソード電極にカソード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第1のフランジを有するカソードポスト電極と、上記アノード電極にアノード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第2のフランジを有するアノードポスト電極と、上記半導体基板、カソード歪緩衝板及びアノード歪緩衝板を内包し、上記第1のフランジ及び上記第2のフランジとその各端部が気密に固着された絶縁筒と、上記ゲート電極上に接する環状のリングゲート電極と、上記絶縁筒の側方から突出するとともに上記絶縁筒に気密に固着された環状板からなり、その内周平面が上記リングゲート電極と摺動可能に配設されたリング状ゲート端子と、このリング状ゲート端子を介して上記リングゲート電極を上記ゲート電極に押圧する弾性体と、上記リング状ゲート端子及びリングゲート電極と上記カソードポスト電極とを電気的に絶縁する絶縁体とを備えた圧接型半導体素子、

上記カソードポスト電極側と上記アノードポスト電極側から上記圧接型半導体素子を圧接するスタック電極、

上記カソードポスト電極と電気的に接続され、導電性の板からなる板状制御電極、

上記リング状ゲート端子及び上記板状制御電極に電気的に接続され、ゲート電流を制御するゲートドライブ装置、を備えたことを特徴とする圧接型半導体装置。

【請求項12】 板状制御電極が環状の板からなり、リング状ゲート端子と同心に配置されていることを特徴とする請求項11記載の圧接型半導体装置。

【請求項13】 板状制御電極が、スタック電極によってカソードポスト電極に圧接されているとともに、ゲートドライブ装置に直結されていることを特徴とする請求項11記載の圧接型半導体装置。

【請求項14】 板状制御電極とリング状ゲート端子とを絶縁スペーサを介して連結したことを特徴とする請求項11記載の圧接型半導体装置。

【請求項15】 リング状ゲート端子とゲートドライブ装置とが、上記リング状ゲート端子と同心の環状板からなる板状制御ゲート電極を介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項11記載の圧接型半導体装置。

【請求項16】 第1のフランジを有する円板状のカソードポスト電極及びこのカソードポスト電極上のカソード歪緩衝板の周囲に絶縁体及び弾性体を組み込む工程、絶縁筒の側方から突出するとともに気密に固着された環状板からなるリング状ゲート端子の内周平面を上記弾性体上に載置するように組み込む工程、

上記第1のフランジと上記絶縁筒の一方の端部とを気密に固着する工程、

上記リング状ゲート端子の内周平面に接するように環状のリングゲート電極を配設し、このリングゲート電極及び上記カソード歪緩衝板上に半導体基板、アノード歪緩衝板、第2のフランジを有するアノードポスト電極を順次積載する工程、

上記第2のフランジと上記絶縁筒の他方の端部とを固着し固着部を形成する工程、

上記絶縁筒内部の気体を不活性ガスと置換する工程、を有することを特徴とする圧接型半導体素子の製造方法。

【請求項17】 固着部から絶縁筒内部の気体を不活性ガスと置換することを特徴とする請求項16記載の圧接型半導体素子の製造方法。

【請求項18】 リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において曲がり部を形成することを特徴とする請求項16記載の圧接型半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、ゲートターンオフサイリスタ(GTO)のような圧接型半導体素子及びその製造方法並びに圧接型半導体素子にゲートドライブ装置を含めたシステムとしての圧接型半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大電力用の圧接型半導体装置は、高耐圧化及び大容量化が進み、特にGTO素子においては最大遮断電流が6000Aクラスのものを実現されている。遮断電流の増大にともない、並列接続されるGTOセグメントを増やすことが必要になり、そのため半導体基板の大口径化が進むとともに、半導体基板の均一動作を行うべく陰極、陽極及びゲート電極の取り出し部におけるパッケージ構造が問題となっている。

【0003】特に、最大遮断電流の増大により、GTO素子のターンオフの際に流す逆方向のゲート電流は最大値で1500A~2000Aになっており、繰り返し発熱によって発生する接触不具合を考慮するなど、信頼性向上のため、ゲート電極の取り出しに弾性体を使用した圧接構造が採用されている。

【0004】図9は、従来の制御装置を含めたGTO素子の断面図で、例えば実開平5-93049号公報に記載されたものである。図において、1はGTO素子、2はGTO素子1を制御するゲートドライブ装置、3及び4はそれぞれ同軸構成のシールド線もしくはツイスト構成されたリード線からなるゲート外部リード及びカソード外部リードでGTO素子1のゲート端子5及びカソード端子6とゲートドライブ装置2とを半田付けもしくは嵌合により接続し、7はGTO素子1を加圧するスタック電極である。8は半導体基板で、半導体基板8表面の外周部にAl(アルミニウム)のゲート電極9aが形成され、ゲート電極9aの内側にカソード電極9bが形成されている。10及び11はそれぞれ半導体基板8表

面のカソード電極9b側に順次積載したカソード歪緩衝板及びカソードポスト電極、12及び13はそれぞれ半導体基板8裏面のアノード側(カソード電極と反対側の面)に順次積載されたアノード歪緩衝板及びアノードポスト電極、14は半導体基板8のゲート電極9aに接するリングゲート電極、15は環状絶縁体16を介してリングゲート電極14をゲート電極9に押圧する皿ばね、17はリングゲート電極14とカソード歪緩衝板10及びカソードポスト電極11とを絶縁する絶縁シート、18は一端がリングゲート電極14にろう付あるいは溶接などによって固着され他端がゲート端子5に電気的に接続されたゲートリード、19はカソードポスト電極11に固着された第1のフランジ、20はアノードポスト電極13に固着された第2のフランジ、21はゲート端子5と突起部22を有する絶縁筒で、絶縁筒21の端部23は第1及び第2のフランジ19及び20と気密に固着されて、GTO素子1は密閉された構造になっている。

【0005】上記構成になるGTO素子1は、リングゲート電極14が環状になっているのに対して、ゲートリード18は環状のリングゲート電極14に固着される位置に方向性があるため、半導体基板8の大口径化にともない、GTO素子1のターンオン及びターンオフ時に半導体基板8に供給されるゲート電流が局所的な電流集中となり、永久熱破壊に到る場合がある。

【0006】また、GTO素子1においては、使用電圧に応じて、ゲート端子5とアノードポスト電極13との間の絶縁距離、すなわち突起部22の長さを大きくするなど考慮する必要があり、ゲート端子5の大形化にともなってGTO素子1自体の大形化を招くことになる。

【0007】図10に示す、特開平6-188411号公報に開示されたGTO素子の構造は、上記問題を解決し得るものである。

【0008】図において、図5と同一符号は同一箇所または相当箇所を示す。24は金属板からなるリング状のゲート導線で、ばね付勢され、垂直に曲げられた内周部端面がリングゲート電極14を押圧し、外周は絶縁筒21の側方から外部に引き出されている。

【0009】図10に示したように、ゲート導線24の外周を絶縁筒21の側方から引き出し、ゲート導線24にゲート電流を印加することによって、半導体基板8に等方的にゲート電流を供給することができ、また、ゲート導線24は金属板からなるので、絶縁筒21の垂直方向長さを大きくする必要がなくなり、GTO素子1の小形化が可能になる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ターンオフ時に必要とされるゲート電流は、遮断電流の1/3~1/4であり、特に大容量化されたGTO素子1を駆動するにはゲートリード18の通電能力向上が必要となるため、図9に示した構造のGTO素子1は、電送ロスを低

5

減すべくゲートリード18の極太化が不可欠となる。極太化したゲートリード18の熱膨張によって、リングゲート電極14に対する機械的ストレスが増大し、この機械的熱ストレスのサイクルがゲート電極9のA1を局部的に摩耗させることがある。さらに、絶縁シート17にリングゲート電極14が機械的ストレスを与え、絶縁シート17の摩耗あるいは亀裂を招き、リングゲート電極14とカソードポスト電極11との短絡が発生し、信頼性が著しく低下する。

【0011】また、図10に示したGTO素子1によれば、図9に示したようなゲートリード18の極太化は解決することができるものの、ゲート導線24の熱膨張によって発生する上記ゲート電極9の摩耗及び絶縁シート17の摩耗あるいは亀裂によるリングゲート電極14とカソードポスト電極11との短絡といった問題が依然として残る。

【0012】また、図9において、ゲート外部リード3及びカソード外部リード4とGTO素子1のゲート端子5及びカソード端子6との結合ロス、ゲート外部リード3及びカソード外部リード4とゲートドライブ装置2との結合ロス、さらに、全インダクタンスの90%を占めるこれら外部リード線のインダクタンスのために、強大な通電容量のゲートドライブ装置2を必要とする。GTO素子1の大容量化にともない、GTO素子1の小形化が実現できても、ゲートドライブ装置2の大形化が必要となり、トータルのメリットが半減するという問題があった。この問題は図10に示したGTO素子においても共通する問題である。

【0013】本発明は、上記のような問題を解決するもので、半導体基板へ供給されるゲート電流の電流集中による永久熱破壊を防止するとともに、発熱にともなって発生する機械的ストレスによるゲート電極の局部的摩耗及び絶縁シートの摩耗あるいは亀裂によるリングゲート電極とカソードポスト電極との短絡を防止することができる圧接型半導体素子及びその製造方法を提供し、さらに、この圧接型半導体素子にゲートドライブ装置を含めたシステムとしての圧接型半導体装置を小形化しその効率向上を図ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、表面の外周部にゲート電極が形成され、このゲート電極の内側にカソード電極が形成されるとともに、裏面にアノード電極が形成された円板状の半導体基板、上記カソード電極にカソード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第1のフランジを有するカソードポスト電極、上記アノード電極にアノード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第2のフランジを有するアノードポスト電極、上記半導体基板、カソード歪緩衝板及びアノード歪緩衝板を内包し、上記第1のフランジ及び上記第2のフランジとその各端部が気密に固着された絶縁筒、上記ゲート

6

電極に接する環状のリングゲート電極、上記絶縁筒の側方から突出するとともに上記絶縁筒に気密に固着された環状板からなり、その内周平面が上記リングゲート電極と摺動可能に配設されたリング状ゲート端子、このリング状ゲート端子を介して上記リングゲート電極を上記ゲート電極に押圧する弾性体、上記リング状ゲート端子及びリングゲート電極と上記カソードポスト電極とを電気的に絶縁する絶縁体を備えた圧接型半導体素子である。

【0015】請求項2に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において曲がり部を備えたものである。

【0016】請求項3に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において少なくとも1つ以上の貫通穴を備えたものである。

【0017】請求項4に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子は、絶縁筒の外側において曲がり部を備えたものである。

【0018】請求項5に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子の内周端はリングゲート電極の内周端より外側に配置したものである。

【0019】請求項6に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、弾性体の作用点を、リング状ゲート端子とリングゲート電極とが重なり合う領域内に配置したものである。

【0020】請求項7に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子は、絶縁筒の内外において、異なる厚さあるいは材質の材料からなるものである。

【0021】請求項8に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子と摺接するリングゲート電極の面に軟金属の被覆をしたものである。

【0022】請求項9に係る発明は、請求項8記載の圧接型半導体素子において、軟金属の被覆が、金または銀のめっきからなるものである。

【0023】請求項10に係る発明は、請求項1記載の圧接型半導体素子において、リング状ゲート端子の内周に、直径方向の複数のスリットを設けたものである。

【0024】請求項11に係る発明は、表面の外周部にゲート電極が形成され、このゲート電極の内側にカソード電極が形成されるとともに、裏面にアノード電極が形成された円板状の半導体基板と、上記カソード電極にカソード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第1のフランジを有するカソードポスト電極と、上記アノード電極にアノード歪緩衝板を介して圧接可能に配設され、第2のフランジを有するアノードポスト電極と、上記半導体基板、カソード歪緩衝板及びアノード歪緩衝板を内包し、上記第1のフランジ及び上記第2のフランジとその

各端部が気密に固着された絶縁筒と、上記ゲート電極に接する環状のリングゲート電極と、上記絶縁筒の側方から突出するとともに上記絶縁筒に気密に固着された環状板からなり、その内周平面が上記リングゲート電極と摺動可能に配設されたリング状ゲート端子と、このリング状ゲート端子を介して上記リングゲート電極を上記ゲート電極に押圧する弾性体と、上記リング状ゲート端子及びリングゲート電極と上記カソードポスト電極とを電気的に絶縁する絶縁体とを備えた圧接型半導体素子、上記カソードポスト電極側と上記アノードポスト電極側から

上記圧接型半導体素子を圧接するスタック電極、上記カソードポスト電極と電気的に接続され、導電性の板からなる板状制御電極、上記リング状ゲート端子及び上記板状制御電極に電気的に接続され、ゲート電流を制御するゲートドライブ装置、を備えた圧接型半導体装置である。

【0025】請求項12に係る発明は、請求項11記載の圧接型半導体装置において、板状制御電極が環状の板からなり、リング状ゲート端子と同心に配置されているものである。

【0026】請求項13に係る発明は、請求項11記載の圧接型半導体装置において、板状制御電極が、スタック電極によってカソードポスト電極に圧接されているとともに、ゲートドライブ装置に直結されているものである。

【0027】請求項14に係る発明は、請求項11記載の圧接型半導体装置において、板状制御電極とリング状ゲート端子とを絶縁スペーサを介して連結したものである。

【0028】請求項15に係る発明は、請求項11記載の圧接型半導体装置において、リング状ゲート端子とゲートドライブ装置とが、上記リング状ゲート端子と同心の環状板からなる板状制御ゲート電極を介して電気的に接続されているものである。

【0029】請求項16に係る発明は、第1のフランジを有する円板状のカソードポスト電極及びこのカソードポスト電極上のカソード歪緩衝板の周囲に環状絶縁体及び弾性体を組込む工程、絶縁筒の側方から突出するとともに気密に固着された環状板からなるリング状ゲート端子の内周を上記弾性体上に載置するように組込む工程、上記第1のフランジと上記絶縁筒の一方の端部とを気密に固着する工程、上記ばねに対応する位置に上記リング状ゲート端子の内周平面に接するように環状のリングゲート電極を配設し、このリングゲート電極及び上記カソード歪緩衝板上に半導体基板、アノード歪緩衝板、第2のフランジを有するアノードポスト電極を順次積載する工程、上記第2のフランジと上記絶縁筒の他方の端部とを固着し固着部を形成する工程、上記絶縁筒内部の気体を不活性ガスと置換する工程、を有する圧接型半導体素子の製造方法である。

【0030】請求項17に係る発明は、請求項16記載の圧接型半導体素子の製造方法において、固着部から絶縁筒内部の気体を不活性ガスと置換するものである。

【0031】請求項18に係る発明は、請求項16記載の圧接型半導体素子の製造方法において、リング状ゲート端子は、絶縁筒の内側において曲がり部を形成したものである。

【0032】

【作用】請求項1に係る発明によれば、ゲート電流は、絶縁筒の側方から突出したリング状ゲート端子の外周からリング状ゲート電極の全周に印加され、半導体基板のゲート電極に等方的に供給されるので、永久熱破壊は発生しないのみならず、上記リング状ゲート端子の内周表面がリングゲート電極と摺動可能に配設されているので、上記リング状ゲート端子の熱膨張によって上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスを軽減し、上記ゲート電極の局部的摩耗を防止することができる。

【0033】請求項2に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成することによって、上記リング状ゲート端子の上記絶縁筒に対する固着部における応力集中を軽減することができ、上記固着部における上記リング状ゲート端子の破損を防止することができる。

【0034】請求項3に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に少なくとも1個以上の貫通穴を形成することによって、上記絶縁筒内の不活性ガス置換が容易にできる。

【0035】請求項4に係る発明によれば、絶縁筒の外側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成することによって、上記リング状ゲート端子の上記絶縁筒に対する固着部における外部から受ける応力集中を軽減することができ、上記固着部における上記リング状ゲート端子の破損を防止することができる。

【0036】請求項5に係る発明によれば、リング状ゲート端子の内周端をリングゲート電極の内周端より外側に配置することによって、上記リング状ゲート端子が熱膨張したとき、上記リング状ゲート端子と絶縁体とが接触することがなくなるので、絶縁体の摩耗を防止することができる。

【0037】請求項6に係る発明によれば、弾性体の作用点をリング状ゲート端子とリングゲート電極とが重なり合う領域に配置することによって、上記リング状ゲート端子と上記リングゲート電極とが良好に接触し摺動するようにできる。

【0038】請求項7に係る発明によれば、リング状ゲート端子を、絶縁筒の内外において、異なる厚さあるいは材質の材料から構成することによって、上記絶縁筒の内側において適正な弾性を持たせるとともに、上記絶縁筒の外側において適正な剛性を持たせることができる。

【0039】請求項8及び9に係る発明によれば、リン

グ状ゲート端子と摺接するリングゲート電極の面に軟金属の被覆をすることによって、上記リング状ゲート端子と上記リングゲート電極との摺動がより円滑になり、上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスをさらに軽減することができる。また、軟金属は金あるいは銀めっきが好ましく使用できる。

【0040】請求項10に係る発明によれば、リング状ゲート端子の内周に、直径方向の複数のスリットを設けることによって、上記リング状ゲート端子全周のわたってリングゲート電極との接触及び摺動を良好にすることが

【0041】請求項11に係る発明によれば、現状のリング状ゲート端子と同心にカソードポスト電極と電気的に接続された外径の大きな板状制御電極を配設し、この板状制御電極を介して圧接型半導体素子とゲートドライブ装置とを電気的に接続することによって、外部リードのインダクタンスを大幅に低減することができ、上記ゲートドライブ装置の通電容量を小さくし小形化することが

【0042】請求項12に係る発明によれば、板状制御電極が環状の板からなり、リング状ゲート端子と同心に配置されているので、外部配線としてインダクタンスの低減ができるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を高速化することが

【0043】請求項13に係る発明によれば、板状制御電極をスタック電極によってカソードポスト電極に圧接するようにしたので、組立が容易になり、また、板状制御電極はゲートドライブ装置に直結されているので、結合ロスが極めて小さくなるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を、さらに高速化することが

【0044】請求項14に係る発明によれば、板状制御電極とリング状ゲート端子とを絶縁スペーサを介して接続したので、上記板状制御電極と上記リング状ゲート端子との距離が一定し、リング状ゲート端子を補強し固定するため、外部リードのインダクタンスの変動が極めて少なくなり、ゲートドライブ装置の動作が安定になる。

【0045】請求項15に係る発明によれば、リング状ゲート端子とゲートドライブ装置とが、上記リング状ゲート端子と同心の環状板からなる板状制御ゲート電極で電気的に接続されているので、結合ロスが極めて小さくなるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を、さらに高速化することが

【0046】請求項16に係る発明によれば、永久熱破壊が発生せず、リング状ゲート端子の内周表面がリングゲート電極と摺動可能に配設され、上記リング状ゲート端子の熱膨張によって上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスを軽減し、上記ゲート電極の局部的摩耗を防止することができる圧接型半導体素子を容易に製造することができる。

【0047】請求項17に係る発明によれば、絶縁筒内の不活性ガス置換が、絶縁筒と第2のフランジとの固着とともにできるので効率が高い。

【0048】請求項18に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成したので、組立時及び実稼働におけるヒートサイクル時等に発生する、上記リング状ゲート端子の絶縁筒に対する固着部における応力集中を軽減することができる。

【0049】

【実施例】

実施例1. 図1は、本発明になる圧接型半導体素子の一実施例を示す断面図である。図において、25は圧接型半導体素子全体を示し、8は半導体基板で、半導体基板8表面の外周部にA1（アルミニウム）のゲート電極9aが形成され、ゲート電極9aの内側にカソード電極9bが形成されている。10及び11はそれぞれ半導体基板8表面のカソード電極9b側に順次積載したカソード歪緩衝板及びカソードポスト電極、12及び13はそれぞれ半導体基板8裏面のアノード側（カソード電極と反対側の面）に順次積載されたアノード歪緩衝板及びアノードポスト電極、26は半導体基板8のゲート電極9aに接するリングゲート電極、27は環状金属板からなるリング状ゲート端子で、その内周平面がリングゲート電極26と摺動可能に配設されている。28は環状絶縁体16を介してリング状ゲート端子27とともにリングゲート電極26をゲート電極9aに押圧する皿ばねあるいは波ばねのような弾性体、29はリングゲート電極26とカソード歪緩衝板10及びカソードポスト電極11とを絶縁する絶縁シートなどからなる絶縁体、19はカソードポスト電極11に固着された第1のフランジ、20はアノードポスト電極13に固着された第2のフランジ、21はセラミックなどからなり上下に分割され突起部22を有する絶縁筒で、リング状ゲート端子27の外周が絶縁筒21の側方から外に突出するとともに分割部に気密に固着され、絶縁筒21の端部30は第1及び第2のフランジ19及び20と気密に固着されて、圧接型半導体素子25は密閉された構造になっており、この内部は不活性ガスで置換されている。

【0050】ゲート電流は、絶縁筒21の側方から突出したリング状ゲート端子27の外周から印加され、半導体基板8に等方的に供給されるので、永久熱破壊は発生しないのみならず、リング状ゲート端子27の内周表面がリングゲート電極26と摺動可能に配設されているので、リング状ゲート端子27の熱膨張によってリングゲート電極26に加わる機械的ストレスを軽減し、ゲート電極9aの局部的摩耗を防止することができる。なお、リング状ゲート端子27が摺動するリングゲート電極26の面に軟金属の被覆をすることによって、リング状ゲート端子27のリングゲート電極26における摺動がより円滑になり、さらにより結果が得られる。軟金属

は金あるいは銀めっきが好ましく使用できる。

【0051】次に、図2(a)～(h)に示した圧接型半導体素子の製造工程を示す断面図に従って製造方法を説明する。

【0052】まず、図2(a)に示すように、第1の工程において、第1のフランジ19が固着されたカソードポスト電極11及びカソードポスト電極11上に積載したカソード至緩衝板10の側面を絶縁するように、マイカあるいはポリイミド樹脂などの絶縁シートからなる絶縁体29を組み込む。

【0053】次に、図2(b)に示すように、第2の工程において、環状の皿ばねあるいは波ばねのような弾性体28およびマイカあるいはポリイミド樹脂からなる環状絶縁体16を順次絶縁体29の外側に組み込む。

【0054】上記第1及び第2の工程と並行して、上下に分割された絶縁筒21の分割部に、その側方から突出するように、リング状ゲート端子27を気密に固着する。

【0055】次に、図2(c)に示すように、第3の工程において、リング状ゲート端子27を固着した絶縁筒21を、リング状ゲート端子27の内周面が環状絶縁体16と摺動可能に組み込み、第1のフランジ19に絶縁筒21の端部30をろう付けなどの方法で気密に固着する。

【0056】次に、図2(d)に示すように、第4の工程において、リングゲート電極26をリング状ゲート端子27の内周面が摺動可能に組み込んだ後、順次、半導体基板8、アノード至緩衝板12及び第2のフランジ20を備えたアノードポスト電極13をカソード至緩衝板10上に積載し、最後に、第2のフランジ20を絶縁筒21の端部30に、解放部から不活性ガスを注入して絶縁筒21内を不活性ガスで置換しつつ、気密に固着する。

【0057】上記製造法によれば、絶縁筒21内の不活性ガス置換が、絶縁筒21と第2のフランジ20との固着とともにできるので効率がよい。

【0058】また、図3に示すように、絶縁筒21の内側において、リング状ゲート端子27に曲がり部32を形成することによって、組立時及び稼働時に、リング状ゲート端子27の絶縁筒21に対する固着部における応力集中を軽減することができ、固着部におけるリング状ゲート端子27の破損を防止することができ、また、絶縁筒21の内側において、リング状ゲート端子27に少なくとも1個以上の貫通穴31を形成することによって、絶縁筒21内の不活性ガス置換が容易にできるようになる。

【0059】また、図4に示すように、リング状ゲート端子27の内周端33をリングゲート電極26の内周端

34より外側に位置するように、配設することによって、リング状ゲート端子27と絶縁体29との接触がなくなり、絶縁体29の摩耗を防止することができる。

【0060】また、図5に示すように、L字型のガイド35を配設して、ガイド35に添って弾性体28を組み込み、弾性体28の作用点36をリング状ゲート端子27とリングゲート電極26とが重なり合う領域に配置することによって、リング状ゲート端子27とリングゲート電極26とが良好に接触し摺動するようにでき、また、図6の平面図に示すように、リング状ゲート端子27内周にスリット37を形成することによってリング状ゲート端子27全周のわたってリングゲート電極26との接触及び摺動を良好にすることができる。

【0061】さらに、図7に示すように、絶縁筒21の内外において、リング状ゲート端子27の材質または板厚を変え、内側リング状ゲート端子27aと外側リング状ゲート端子27bとから構成することによって、絶縁筒21の内側において適正な弾性を持たせるとともに、絶縁筒21の外側において適正な剛性を持たせることができる。

【0062】実施例2. 図8は、圧接型半導体素子に、この圧接型半導体素子を制御するゲートドライブ装置を含めたシステムとしての圧接型半導体装置を示す図である。

【0063】図において、図1～図7と同一符号は同一箇所または相当箇所を示す。38は絶縁筒21の外側においてリング状ゲート端子27に形成された曲がり部、7は圧接型半導体素子25を加圧するとともに電流を取り出すスタック電極、39はリング状ゲート端子27と同心に配接された環状金属板からなる板状制御電極で、スタック電極7によってカソードポスト電極11に圧接されている。40はリング状ゲート端子27と同心に配接されるとともに、その内周部において電気的に接続された環状金属板からなる板状制御ゲート電極、41は板状制御電極39とリング状ゲート端子27とを板状制御ゲート電極40とともに絶縁する絶縁スリーブ、42は板状制御電極39とリング状ゲート端子27とを板状制御ゲート電極40とともに絶縁スリーブ41を介して接続するボルト・ナットなどの接続部品で、板状制御電極39及び板状制御ゲート電極40はそれぞれゲートドライブ装置43に直結されている。

【0064】ここで、圧接型半導体素子25とゲートドライブ装置43とを電気的に接続する外部リードのインダクタンスを考慮する。2芯平行線におけるインダクタンスLは、次式(1)で与えられる。

【0065】

【数1】



$$L = 0.4 \left( \mu_r \ln \frac{B + \sqrt{B^2 - d^2}}{d} + \mu \cdot \delta \right) \quad [\mu H/m]$$

—(1)

$\mu_r$  : 媒質の比透磁率  
 $B$  : 導体中心間距離 [mm]  
 $d$  : 導体外径 [mm]  
 $\mu$  : 導体の比透磁率  
 $\delta$  :  $2.81 \times 10^{-3} \frac{d}{2} \sqrt{\mu_r f \sigma}$   
 $\sigma$  : 導電率 [S/m]  
 $f$  : 周波数 [MHz]

【0066】式(1)から明らかなように、インダクタンスLの低減は、導体中心間距離Bを小さくすること、また、導体外径dを大きくすることによって実現できる。

【0067】上記構造によれば、環状のリング状ゲート端子27と同心に外径の大きな板状制御電極39と板状制御ゲート電極40を配設し、板状制御電極39と板状制御ゲート電極40をゲートドライブ装置43に直結することにより、外部リードのインダクタンスを大幅に低減することができ、ゲートドライブ装置43の通電容量を小さくし小形化することができる。

【0068】また、リング状ゲート端子27に曲がり部38を形成することによって、板状制御電極39及び板状制御ゲート電極40との接続時あるいは実稼働におけるヒートサイクル時に発生する、リング状ゲート端子27の絶縁筒21に対する固着部における応力集中を軽減することができる。

【0069】また、板状制御電極39とリング状ゲート端子27とを板状制御ゲート電極40とともに絶縁スリーブ41を介して接続部品42で接続することによって、板状制御電極39とリング状ゲート端子27及び板状制御ゲート電極40との距離が一定し、外部リードのインダクタンスの変動が極めて少なくなり、ゲートドライブ装置43が安定に作動する。

【0070】また、板状制御電極39を環状とすることによって、外部リードとしてのインダクタンスを低減することができるとともに、圧接型半導体素子31のスイッチング速度を高速化することができ、また、板状制御電極39をスタック電極7によってカソードがスト電極11に圧接するようにしたので、組立が容易になり、さらに、板状制御電極39及び板状制御ゲート電極40はそれぞれゲートドライブ装置43に直結されているので、結合ロスが極めて小さくなるとともに、圧接型半導体素子31のスイッチング速度をさらに高速化することができる。

【0071】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、ゲート電流は、絶縁筒の側方から突出したリング状ゲート端子の外周からリング状ゲート電極の全周に印加され、半導体基板のゲート電極に等方的に供給されるので、永久熱破壊は発生しないのみならず、上記リング状ゲート端子の内周表面がリングゲート電極と摺動可能に配設されているので、上記リング状ゲート端子の熱膨張によって上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスを軽減し、上記ゲート電極の局部的摩耗を防止することができる。

【0072】請求項2に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成するので、上記リング状ゲート端子の上記絶縁筒に対する固着部における応力集中を軽減することができ、上記固着部における上記リング状ゲート端子の破損を防止することができる。

【0073】請求項3に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に少なくとも1個以上の貫通穴を形成するので、上記絶縁筒内の不活性ガス置換が容易にできる。

【0074】請求項4に係る発明によれば、絶縁筒の外側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成するので、上記リング状ゲート端子の上記絶縁筒に対する固着部における外部から受ける応力集中を軽減することができ、上記固着部における上記リング状ゲート端子の破損を防止することができる。

【0075】請求項5に係る発明によれば、リング状ゲート端子の内周端をリングゲート電極の内周端より外側に配置するので、上記リング状ゲート端子が熱膨張したとき、上記リング状ゲート端子と絶縁体とが接触することがなくなるので、絶縁体の摩耗を防止することができる。

【0076】請求項6に係る発明によれば、弾性体の作用点をリング状ゲート端子とリングゲート電極とが重なり合う領域に配置するので、上記リング状ゲート端子と上記リングゲート電極とが良好に接触し摺動するように

50 できる。

【0077】請求項7に係る発明によれば、リング状ゲート端子を、絶縁筒の内外において、異なる厚さあるいは材質の材料から構成するので、上記絶縁筒の内側において適正な弾性を持たせるとともに、上記絶縁筒の外側において適正な剛性を持たせることができる。

【0078】請求項8及び9に係る発明によれば、リング状ゲート端子と摺接するリングゲート電極の面に軟金属の被覆をするので、上記リング状ゲート端子と上記リングゲート電極との摺動がより円滑になり、上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスをさらに軽減することができる。また、軟金属は金あるいは銀めっきが好ましく使用できる。

【0079】請求項10に係る発明によれば、リング状ゲート端子の内周に、直径方向の複数のスリットを設けるので、上記リング状ゲート端子全周のわたってリングゲート電極との接触及び摺動を良好にすることができる。

【0080】請求項11に係る発明によれば、環状のリング状ゲート端子と同心にカソードポスト電極と電気的に接続された外径の大きな板状制御電極を配設し、この板状制御電極を介して圧接型半導体素子とゲートドライブ装置とを電気的に接続したので、外部リードのインダクタンスを大幅に低減することができ、上記ゲートドライブ装置の通電容量を小さくし小形化することができる。

【0081】請求項12に係る発明によれば、板状制御電極が環状の板からなり、リング状ゲート端子と同心に配置されているので、外部配線としてインダクタンスの低減ができるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を高速化することができる。

【0082】請求項13に係る発明によれば、板状制御電極をスタック電極によってカソードポスト電極に圧接するようにしたので、組立が容易になり、また、板状制御電極はゲートドライブ装置に直結されているので、結合ロスが極めて小さくなるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を、さらに高速化することができる。

【0083】請求項14に係る発明によれば、板状制御電極とリング状ゲート端子とを絶縁スペーサを介して接続したので、上記板状制御電極と上記リング状ゲート端子との距離が一定し、リング状ゲート端子を補強し固定するため、外部リードのインダクタンスの変動が極めて少なくなり、ゲートドライブ装置の動作が安定になる。

【0084】請求項15に係る発明によれば、リング状ゲート端子とゲートドライブ装置とが、上記リング状ゲート端子と同心の環状板からなる板状制御ゲート電極で電気的に接続されているので、結合ロスが極めて小さくなるとともに、圧接型半導体素子のスイッチング速度を、さらに高速化することができる。

【0085】請求項16に係る発明によれば、永久熱破

壊が発生せず、リング状ゲート端子の内周表面がリングゲート電極と摺動可能に配設され、上記リング状ゲート端子の熱膨張によって上記リングゲート電極に加わる機械的ストレスを軽微にし、上記ゲート電極の局部的摩耗を防止することができる圧接型半導体素子を容易に製造することができる。

【0086】請求項17に係る発明によれば、絶縁筒内の不活性ガス置換が、絶縁筒と第2のフランジとの固着とともにできるので効率が高い。

【0087】請求項18に係る発明によれば、絶縁筒の内側において、リング状ゲート端子に曲がり部を形成したので、組立時及び実稼働におけるヒートサイクル時等に発生する、上記リング状ゲート端子の絶縁筒に対する固着部における応力集中を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図2】 本発明の一実施例になる圧接型半導体素子の製造方法を示す断面図である。

【図3】 本発明の他の実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図4】 本発明の他の実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図5】 本発明の他の実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図6】 本発明の他の実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図7】 本発明の他の実施例になる圧接型半導体素子を示す断面図である。

【図8】 本発明の一実施例のなる圧接型半導体システムを示す図である。

【図9】 従来のGTOの断面図とA部における部分拡大断面図である。

【図10】 従来のGTOの断面図である。

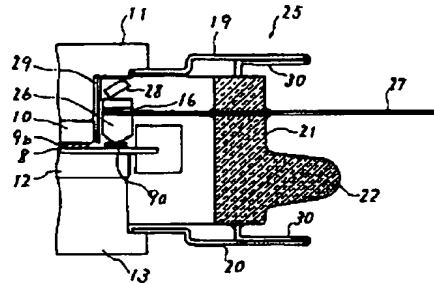
【符号の説明】

1 GTO素子、2及び4 3 ゲートドライブ装置、3 ゲート外部リード、4 カソード外部リード、5 ゲート端子、6 カソード端子、7 スタック電極、8 半導体基板、9 a ゲート電極、9 b カソード電極、10 カソード歪緩衝板、11 カソードポスト電極、12 アノード歪緩衝板、13 アノードポスト電極、14 リングゲート電極、15 皿ばね、16 環状絶縁体、17 絶縁シート、18 ゲートリード、19 第1のフランジ、20 第2のフランジ、21 絶縁筒、22 突起部、23及び30 端部、24 ゲート導線、25 圧接型半導体素子、26 リングゲート電極、27 リング状ゲート端子、27 a 内側リング状ゲート端子、27 b 外側リング状ゲート端子、28 弾性体、29 絶縁体、31 貫通穴、32及び38 曲がり部、33及び34 内周端、35 ガイド、36

作用点、37 スリット、39 板状制御電極、40  
板状制御ゲート電極、41 絶縁スリーブ、42 接続

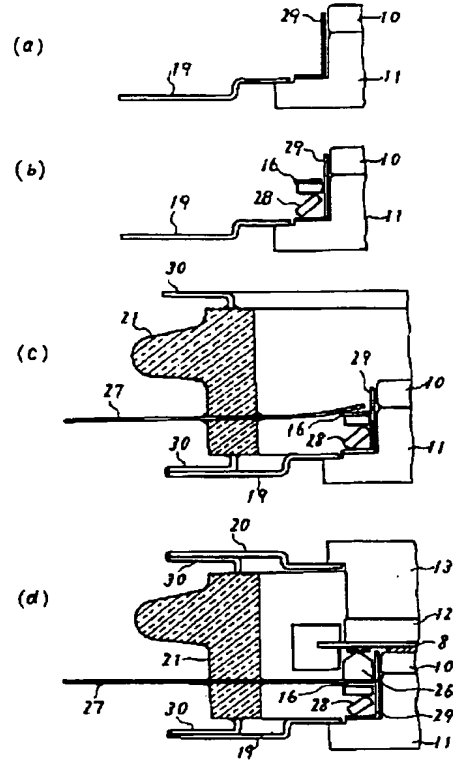
部品、

【図1】

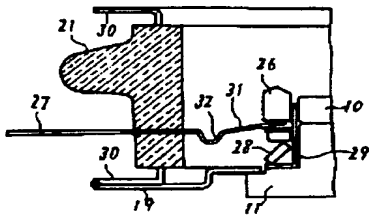


- |               |              |
|---------------|--------------|
| 8: 半導体基板      | 21: 絶縁筒      |
| 9a: ゲート電極     | 22: 突起部      |
| 9b: カソード電極    | 25: 圧接型半導体素子 |
| 10: カソード互換基板  | 26: リンゲート電極  |
| 11: カソードポスト電極 | 27: リンゲート電極  |
| 12: アノード互換基板  | 28: 弾性体      |
| 13: アノードポスト電極 | 29: 絶縁体      |
| 19: 第1のフランジ   | 30: 端部       |
| 20: 第2のフランジ   |              |

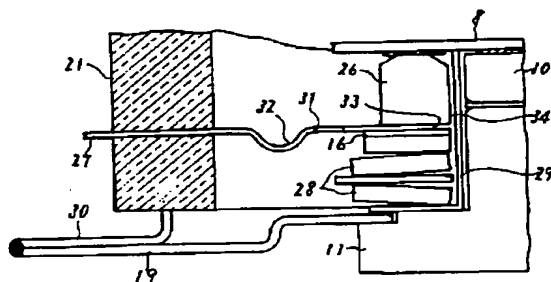
【図2】



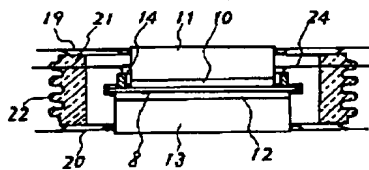
【図3】



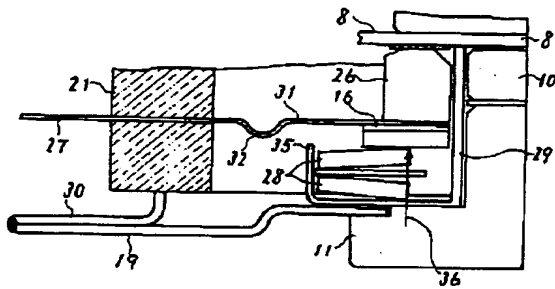
【図4】



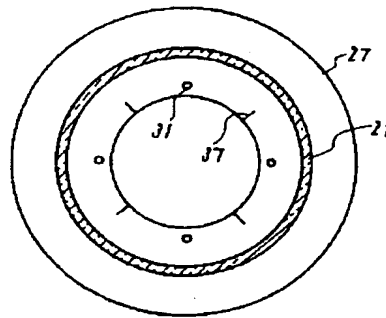
【図10】



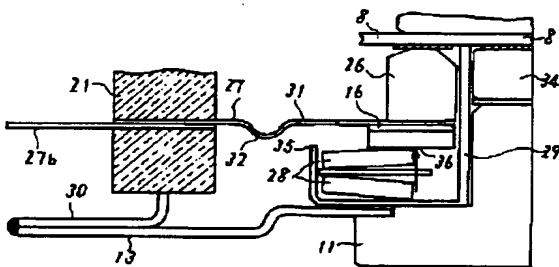
【図5】



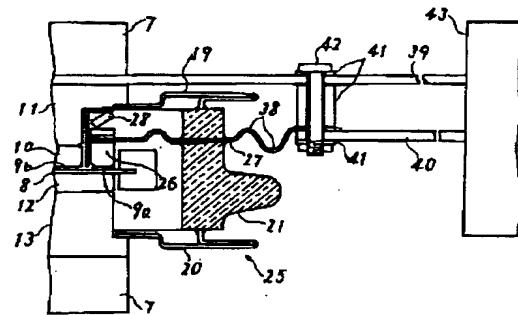
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

